

## 認知心理学における漢字の研究 —1970年代から現在まで—

富士原 光洋

### Cognitive processes in reading Chinese characters and Japanese kanji characters

Koyo FUJIHARA

#### 1. はじめに

我々は日常生活の中で、頻繁に言葉を聞き、話したり、また多くの文章を読み、作成している。こうした人の言語使用に関わる認知機能を解明することは、認知心理学の主要なテーマである。特に表記された言葉(文字)の読みについては、数多くの実験研究が行われ、その内的メカニズムが解明されつつある。

さて漢字は、一般に1文字1文字が語を表し意味を担っていることから、標語文字あるいは表意文字といわれ、アルファベット(単音文字)とは異なる表記体系である。そして文字を読み理解する過程とその表記体系との関係が分析される中、異なる表記体系間ではその認知過程がどのように異なるか、という問題の解明を目指し、漢字の認知過程は近年盛んに研究対象とされている。本論文では、漢字を扱った心理学的実験研究について、特にその読みや理解過程について内的処理過程を検討するようになる1970年代から現在に至るまでの研究を概観し考察する。

#### 2. 中国語における漢字(Chinese character)の実験研究

1970年代単語の認知過程に焦点を当てた研究が欧米で注目される中、漢字についてもその処理過程研究が報告されるようになるが、BiedermanとTsao(1979)は漢字(中国語)と英語とでストループ課題を比較し、漢字(中国語)の方がストループ効果が大きくなることを示した。つまり漢字表記の方が、印刷された文字の色名を答える場合、文字の意味する異なる色名からの干渉効果が大きく、反応時間が長くなったのである。そしてこの現象は、漢字が英語に比べよりその形態の分析から意味が直接抽出されること(直接接近過程)を示す実験的根拠と考えられた(HungとTzeng1981)。さらにHoosainとOsgood(1983)は、英語の処理と比較して特徴的な漢字の処理過程を、語の判断課題と呼称課題(語の読みあげ課題)とで検討している。その結果、語の肯定的印象または否定的印象を判断する判断課題(実験1)では、漢字の方が英語より反応時間が短く、逆に語を読みあげる呼称課題では英語の方が反応時間が短くなった。彼らは、意味的な判断を必要とする場合漢字の方が速く、音声化を必要とする場合英語の方が速いという対照的結果から、漢字が英語と同様の音韻処理を経て認知されるのではないこと、さらにHungとTzengと同様に漢字がその形態から意味への直接接近過程を経て認知されていると考察している。

このように1970年代から80年代にかけ、視覚的な文字(単語)の処理過程が脚光を浴び研究される中で、漢字も各種の課題をとおして研究対象とされていく。そして多く研究の場合、英語と比較して、その言語的違い(表記体系の違い)に基づく認知処理様式の違いが強調された。TzengとWang(1983)は、これらの研究をまとめ、1)先のストループ課題において漢字の方が英語よりもストループ効果が大きく示されること。2)数の大きさ比較判断課題において、漢数字と英語表記の数を比較したとき、数字の大きさの効果が、漢数字ではアラビア数字表記と同様に示されるが、英語表記では示されないこと。さらに3)半球機能差(laterality)

を検討する実験において、英語やスペイン語表記は右視野提示の方が課題遂行が優位であるが、漢字は左視野提示の方が課題遂行が優位であること（一般に、系列的分析を要す課題は左半球の機能（右視野提示）が優れ、視覚的パターンの照合は右半球（左視野提示）が優れる（PattersonとBradshaw1975）。また一般に言語性材料の認知処理は左半球の機能（右視野提示）が優れ、非言語性視覚材料は右半球（左視野提示）が優れる（八田 1980）。）の以上3点を挙げ、漢字を含めた表意文字の処理が英語等に比べより視覚的記憶処理を含む過程であるとし、言語の表記体系の違いによる視覚的処理過程の違いを強調している。

そして漢字の認知過程モデルについては、1980年代多くの研究の結論として、視覚的に表示される漢字の処理は、音韻媒介過程を完全に否定はしないまでも、直接接近過程をとる、英語表記体系とは様相を異にする処理過程ととらえられている。先のTzengとWangが行った漢字処理において視覚的処理の負荷が大きいという主張も、2重過程モデルでその処理を考えると、音韻処理の関与が少なく、視覚的形態処理から直接意味が抽出される直接接近過程を示唆するものであった。もちろん漢字の処理について音韻処理の必要性を示唆するいくつかの研究もあったが（たとえば、Tzengら（1977）は、漢字の記銘課題において再生までに母音を同じくした妨害リストを聞かせる方が、子音を同じくした妨害リストの場合より再生率が低下し、文の正誤判断課題において同音語を使った文の方が判断が遅れるといったことを報告し、漢字の読みにおける音声的符号化過程の存在を主張している）。

以上のような漢字の処理過程について、音韻処理を媒介しない直接接近過程を支持する80年代の研究に対し、1990年代前後になり、異なる実験パラダイムによって、漢字の処理においても意味への接近には音韻処理が必要であると主張する研究が報告されるようになってくる。

その一つは、マスキング課題での漢字の認知研究である。マスキングとは、目標とする刺激（ターゲット）の処理が別の刺激（マスク刺激）の提示により、妨害される現象をいう。また逆行マスキング課題では、目標とするターゲット語に続きごくわずかの時間間隔（数10ms以内）において、マスク刺激を提示する。そしてターゲット刺激に対するマスク刺激条件として、ターゲット語の関係で形態の類似したマスク刺激、音韻の類似したマスク刺激、意味の関連したマスク刺激などを設定し、ターゲット語認知への効果を調べようとするものである（Perfettiら1988）。

PerfettiとZhang（1991）は、まず漢字を刺激とする逆行マスキング課題において、マスキング条件として、ターゲット語との関係で、形態類似マスク条件、同音語マスク条件、意味的関連性のあるマスク条件を設定し、ターゲット語の提示30msから70ms後にマスク刺激を出し、ターゲット語の同定への影響を調べた（実験1, 2）。その結果、形態類似マスクのみ同定率は高くなり（マスク刺激の妨害効果が減少）、同音語マスク条件、意味的関連語マスク条件の同定率は相対的に低いものであった。このことから、語の同定前（pre-lexical）には、形態的な類似性の効果は示されるものの音韻的要素と同様、意味的要素の影響も示されないことを確認した。次に同様のマスク条件を用い、マスク刺激をターゲット語に先行して提示したとき（これはマスク刺激がプライムとして働きプライミング効果といえる）、マスク刺激とターゲットとのI S Iが20msの時は、各マスク条件に違いがなく、50msの時は、統制条件に比べ同音語マスク条件、意味的関連語マスク条件とも同程度の同定率上昇が示される結果を得ている（実験3）。これらの結果を踏まえPerfettiとZhangは、漢字処理において音韻情報の処理は語の同定直後から自動的に始まり、意味情報の処理との同時性をもつと主張している。つまり漢字の処理が直接接近過程であり音韻の処理に先行して意味情報が処理される、または音韻処理なしに意味の抽出が行われるという従来の見解を否定している。

さらにTanら（1995）は、語の出現頻度を条件に加えPerfettiとZhang（1991）と同様の逆行マスキング課題を行っている。そしてターゲット語とマスク刺激の提示時間を50msと30msに設定した場合（実験1）は、PerfettiとZhang（1991）と同様の結果（形態類似マスク条件のみ同定率は高くなり、同音語マスク条件、意味的関連語マスク条件の同定率は統制条件レベルであった）であったが、ターゲット語とマスク刺激の提示時間を60msと40msと長くした場合（実験2）、形態類似マスク条件で同定率は高くなるほか、高い出現頻度の漢字条件では同音語マスク条件の同定率も意味的関連性のあるマスク条件、統制条件に比べて高くなるという結果を得てい

る。Tanらは、漢字の同定について出現頻度の影響を強調するとともに、意味的関連性のあるマスク条件の影響のないもとで同音語マスクからの音韻の影響が示されたことから、漢字の処理における音韻処理が従来考えられているよりかなり早い段階行われていると主張し、実験後の漢字の意味の曖昧さの分析から、高頻度語において意味が曖昧な語については、意味的な接近がされる前に音韻的情報が引き出されると考察している。さらにこれに続きTanら(1996)は、ターゲット提示時間を閾値(40~60%の同定率)と閾値+14msの2条件に設定し、マスク刺激は43ms提示で同様の逆行マスクング課題を行い、ターゲットの提示時間閾値+14ms条件では形態類似マスク条件と同音語マスク条件の同定率が、意味的関連語マスク条件や統制条件に比べて高くなるというより明確な結果を示した(実験1)。そして少なくとも意味の多義性を持った(曖昧な)漢字では、意味的活性化に先行し音韻的活性化が起こることを再度主張している。

また90年代になり、漢字の処理において意味への接近には音韻処理が必要であるという根拠は、次の実験パラダイムでも主張されている。PerfettiとZhang(1995)は、漢字の意味判断課題と同音性判断課題を行い、継続して提示される2つの漢字の意味性と同音性を判断させその判断時間と誤反応率を調べた。継続して提示される2つの漢字条件として、意味的に近い類義語条件、同じ発音を持つ同音語条件、統制条件が設定されたが、同音性判断課題で類義語条件が統制条件より反応時間が長くなるほか、意味判断課題においても同音語条件の時に統制条件に比べて反応時間が長くなった(実験1)。音韻の判断が必要な状況において2つの漢字の持つ意味的関連が効果を持つと同様に、意味を判断する状況でも2つの漢字の持つ音韻情報が影響しているのである。さらに彼らは、2つ漢字の提示間隔(SOA)をかえ、この意味判断課題に及ぼす同音性の効果が、同音性を判断する課題に影響する意味的類似性の効果よりも、短いSOA条件(90ms)から長めのSOA条件(310ms)に渡り、大きく示される結果を示し(実験2)、漢字の処理過程でもその音韻情報処理が語の同定には自動的かつ初期の段階で生じていることを主張している。

### 3. 日本語における漢字の実験研究

日本語における漢字の認知処理研究も、欧米の文字処理研究の高まりとともに1970代から1980年代にかけて多く行われるようになる。この状況は中国語における漢字研究と平行した傾向とみることができる。しかしながら、日本語の場合は、表意文字である漢字のほか、表音文字である仮名文字が存在し、2つの言語学的に異なる表記体系を併用している特異性がある。このことが、表記体系の違いによるそれぞれの情報処理過程の異なりを研究する際の1つ利点、つまり中国語において漢字(表意文字)情報処理の研究として、アルファベット(表音文字)との比較をしなければならない研究が、日本語の場合は、同一の言語内で漢字表記と仮名表記を比較することで行えるという利点である。この利点により表記体系の差による処理過程の違いを検討する研究は、同一の被験者で研究が可能な日本語において、より多くさらに細かな分析が行われている。

さて漢字の認知研究において、その形態処理、読み(音韻)処理、意味処理のそれぞれを想定し、3処理の情報処理関係を明らかにしようとした初期研究として、海保(1975)の漢字表記語と仮名表記語を刺激とし、範疇化課題(カテゴリー判断課題)を行った実験があげられよう。海保は、範疇化に必要な反応時間の分析から、漢字表記は仮名表記に比べ1項目を処理する速さが速いという結果を示し、漢字処理は音韻処理を介さない直接接近過程(直接処理)で、仮名処理は音韻媒介過程(系列処理)で処理が進むと考えている。またFeldmanとTurvey(1980)は、漢字と仮名で表記された色名の読み上げ課題を行い、仮名表記語の方が速く読み上げられる結果をえて、仮名表記の方が漢字表記に比べ音韻的符号化が優位であることを示した。さらに斉藤(1981)は、両研究の結果を2つの課題をとおして端的に示した。この研究では、まず熟語の読み課題(実験1)において、仮名表記が漢字表記よりも反応時間が短く、さらに仮名表記の場合は文字数の増加に伴う反応時間の上昇が示されるものの漢字には示されないことが示された。一方、熟語が文中に適合するか否かを判断する文適合課題(実験2)では、両者の差はなくなり、特に語の読みあげを必要としない場合には、漢字表記が仮名表記より反応時間が短くなることが示された。彼は、漢字の処理は形態から直接意味が接近さ

れ、これに続き音韻情報が処理され、仮名の処理は形態から音韻処理が介在して意味が処理されると、それぞれの過程をモデル化し、意味的な判断が必要とされる課題での漢字表記の優位性、音声化が必要とされる課題での仮名表記の優位性を説明している。

こうした研究のほか、野村(1978)は日本語の漢字には音読と訓読が存在することに注目し、漢字の読みあげと再生課題を行い、漢字1文字の読みに関しては訓読が優位であり、出現率が低い漢字では訓読される方が音読に比べ再生率が高くなることを示した。そして漢字1文字の認知では、まず訓読が生じ次に音読への変換が行われる可能性を指摘している。また井上ら(1979)は、野村の示した音読み・訓読みの音韻特性、偏旁などその構成部分が持つ音韻特性と意味特性、漢字の構造的な特性、といった漢字の複雑性を挙げ、形態処理、音韻処理、意味処理の関係を考察し、漢字の処理においては形態、音韻、意味処理が並列的に行われる可能性を主張している。さらに井上(1980)は、漢字熟語の照合課題を行い、形態、音韻、意味処理の並列性を示唆する結果を得ている。このように日本語の漢字研究においては、漢字が直接接近過程で処理され仮名が音韻媒介過程で処理されることが主張される中、漢字の読み過程の複雑さと処理の並列性も主張されている。

以上のように70年代から80年代にかけ隆盛をみた日本語における漢字の処理過程の研究であるが、御領(1987)は、漢字研究さらに仮名表記を含めた日本語の読みに関する研究について総合的考察を試み、文字の黙読課題、音読課題、視覚的探索課題、絵と語の照合課題など各種の課題を行い、漢字と仮名の処理について検討している。そして実験研究が明らかにする漢字と仮名の処理の認知的特徴として11の特徴を挙げ、これをさらに1)漢字が仮名に比べ視覚的分析が多少困難である。2)漢字が仮名に比べ音韻的符号化の速度が遅い。3)漢字が仮名に比べ意味的符号化の速度が速い。4)神経心理学的特徴として、漢字仮名のどちらか一方の処理が選択的に障害を受けることがある。の4点にまとめている。そして、実験研究が示す現象(認知的特徴)としての漢字の意味処理の優位性は、漢字の処理過程モデルとして、形態から直接意味が接近される直接接近過程を考える研究を多くしてきた。

次に90年代になり日本における漢字の研究でも、中国語における漢字研究と同じく、その処理について音韻媒介過程を主張する傾向が強くなるが、ここでは2つの研究をあげておく。

まず1つはWydellら(1993)の行った漢字熟語を刺激としたカテゴリー判断課題である。Wydellらは、Van Orden(1987)が単語の音韻媒介過程の根拠として示したカテゴリー判断課題を漢字刺激で検討し、漢字の音韻媒介過程を主張している。カテゴリー判断課題では、被験者は最初に言葉のカテゴリー名を与えられ次に単語が提示され、単語がカテゴリーに該当するか否かを答え、このときの判断に要する時間、誤反応率が測定される。実験には、カテゴリーに該当する条件としてカテゴリーの成員である単語(YES判断)が用いられるほか、該当しない条件では、先の単語と形態的に類似する単語、同音異義語、無関連語(統制条件)が用いられた。この結果、カテゴリーに該当しないと判断するとき、同音異義語条件で統制条件より、誤反応率が高く、反応時間も長くなることが示された。またこの音韻性の持つ効果は、見えを調整したパターンマスクをターゲットに施す条件でも認められている。つまりVan Orden(1987)の研究と同じく、漢字の音韻媒介過程を示唆する実験現象を得たとWydellらは報告している。

また、Flores d' Arcais(1995)らは、漢字1文字の認知における意味的処理と音韻的処理の関係をさらに詳しく検討するため、漢字における部首(偏、旁)を先行して提示し、漢字を音読させる課題を行った。彼らは、偏と旁から構成される漢字について、部首(偏、旁)がもとの漢字の意味内容を示す場合とそうでない場合、また部首がもとの漢字の音韻を示す場合とそうでない場合といった先行刺激条件を構成し、先行刺激(漢字部首)からターゲット漢字間の提示条件(SOS)を60msと180msの2条件で、読みの反応時間と誤反応率を検討した(実験2)。その結果、先行刺激の部首が意味的関連性のある場合は、短い提示間隔(SOA60ms)で読みの反応時間に促進効果を持つが、長めの提示間隔(SOA180ms)では逆に抑制効果が示され、一方先行刺激の部首が音韻的関連性のある場合は、短い提示間隔(SOA60ms)で読みの反応時間に促進効果を持ち、長めの提示間隔(SOA180ms)ではさらに促進効果が大きくなった。先行刺激である部首の持つ音韻的效果が2つ

の条件で明確に示されたこと、またこの音韻的関連から生じる効果がSOA条件別に、意味的関連性による効果とは違ったパターンを示すことから、漢字の認知に関して音韻的情報の引き出しが自動的に生じること、そして意味処理と音韻処理が並行して進むことを主張している。

#### 4. まとめ

以上中国語と日本語における漢字の実験的研究を概観してきたが、両者に共通して次の研究経過が示されている。漢字の認知処理研究は、1970年代欧米におけるアルファベット表記体系の処理過程研究との比較において始まり、80年代前半までにストループ課題、単語の読み課題、文判断課題など各種の実験課題をとおして研究された。そして漢字の処理について意味情報への接近の速さが明らかにされ、その処理過程として形態から意味情報へ直接接近する直接処理過程の優位性が主張された。この後90年代に入り、逆行マスクング課題、文字の意味性と同音性判断課題、Van Orden(1987)のカテゴリー判断課題、漢字部首によるプライミング課題など新たな実験パラダイムをとおして、漢字処理における音韻媒介過程を示唆する報告がなされている。もちろん70年代後半より、漢字処理における音韻媒介過程を示唆する実験報告や音韻処理と意味処理が並行して進むというモデルの提唱(井上ら 1979)があり、これらは特筆すべきことであるが、全体的傾向として漢字処理のモデルとしては、アルファベット表記体系との対比で意味処理の優位性が強調され、音韻処理の介在が低い、またはない処理過程を考えるケースが多かったといえる。

これら研究史をふまえ、漢字の認知処理研究の現在あるいは今後の課題として、実験研究が示す現象面と処理過程のモデル構築面で、次の問題点や今後の課題が提起される。

実験的現象面では、まず第1に最近の逆行マスクング課題、漢字部首によるプライミング課題での研究について、刺激材料など実験変数を変え、現象を詳細に検討する追試が必要である。両課題は、従来扱わなかった漢字処理過程における初期の過程(辞書的活性化の前段階)での意味性、音韻性の効果を検討するパラダイムあり、新たな知見を得られるものと考えられる。

つぎに刺激材料として使われてきた漢字の多様性の問題がある。たとえばTanら(1995)は、漢字の意味について明確な漢字と曖昧な漢字とではマスクング効果が異なることを指摘している。漢字研究の初期の頃よりその出現頻度が各種課題で示される現象に影響を持つことは示されてきたが、その他の多くの漢字の音韻と意味の属性についても検討する必要性があろう。こうした分析には、日本語の漢字における音読み・訓読みの音韻特性、偏旁などその構成部分が持つ音韻特性と意味特性、漢字の構造的特性、といった様々な複雑性を指摘した野村(1978)、井上ら(1979)の研究が参考となろう。

さらに第3番目に実験研究の結果と神経心理学的研究との対応関係の分析が必要となろう。最近では漢字処理の特異性を示す神経心理学における実験研究、症例研究から多くの結果が提供されるようになった(御領1987)。こうした神経心理学的にみた機能的特徴が、いかに実験研究の結果と対応するかを明らかにすることも今後の課題である。

また処理過程モデルの構築面からは、現在までの漢字の研究において様々なモデルが提唱されているが、PerfettiとZhang(1995)は漢字研究の中、読みの過程についてあらゆる言語について普遍的に音韻化が生じていること(universal phonological principle)を主張している。これは異なる表記体系間ではその認知過程が異なるかといった漢字を含めた文字処理研究の大きなテーマに関わる問題であり、またモデル構築の面からはその新しい枠組みを与える提案として注目されよう。たとえばPerfettiら(1992)の枠組みを採用し、水野(1997)は日本語の表記について形態処理、音韻処理、意味処理の順で系列的に処理が進むと考え、漢字表記語については音韻処理が自動化されているとするモデルを提案している。こうした漢字処理をモデル化する上での、前提となる枠組みについて検討が必要である。なお、異なる表記体系の認知処理過程でいかなる部分が共通であり、いかなる部分が異なってくるかという問題については、先に挙げた神経心理学における研究成果とモデル等(笹沼1995)も参考となろう。

## 引用文献

- Biederman, I., & Tsao, Y.G. 1979. On processing Chinese ideographs and English words: Some implications from Stroop-test results. *Cognitive Psychology*, 11, 125-132.
- Feldman, L.B., & Turvey, M.T. 1980. Words written in Kana are named faster than the same words written in Kanji. *Language and Speech*, 23, 141-147.
- Flores d'Arcais, G.B., Saito, H., & Kawakami, M. 1995. Phonological and semantic activation in reading Kanji characters. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition* 21, 34-42.
- 御領 謙 1987. 読むということ. 認知心理学選書5, 東京大学出版会.
- Hoosain, R., & Osgood, C.E. 1983. Processing times for English and Chinese words. *Perception and Psychophysics*, 34, 573-577.
- 井上道雄 1980. 漢字の形態処理、音韻処理、および意味処理の関連性について—形態マッチング課題を用いて—. *心理学研究*, 51, 136-144.
- 井上道雄・斎藤洋典・野村幸正 1979. 漢字の特性に関する心理学的研究—形態・音韻処理と意味の抽出—. *心理学評論*, 22, 143-159.
- Hung, D.L., & Tzeng, O.J.L. 1981. Orthographic variations and visual information processing. *Psychological Bulletin*, 90, 377-414.
- 海保博之 1975. 漢字意味情報抽出過程. 徳島大学学芸紀要, 24, 1-7.
- 水野りか 1997. 漢字表記語の音韻処理自動化仮説の検証. *心理学研究*, 68, 1-8.
- 野村幸正 1978. 漢字の情報処理—音読・訓読と意味の付与—. *心理学研究*, 49, 190-197.
- Patterson, K., & Bradshaw, J. 1975. Differential hemisphere mediation of nonverbal visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 1, 246-52.
- Perfetti, C.A., Bell, L., & Delaney, S. 1988. Automatic phonetic activation in silent word reading: Evidence from backward masking. *Journal of Memory and Language*, 27, 59-70.
- Perfetti, C.A., & Zhang, S. 1991. Phonological processes in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition* 17, 633-643.
- Perfetti, C.A., Zhang, S., & Berent, I. 1992. Reading in English and Chinese ; Evidence for a "universal" phonological principle. In R. Frost & L. Katz (Eds.), *Orthography, phonology, morphology, and meaning*. (pp.227-248). Amsterdam: North-Holland.
- Perfetti, C.A., & Zhang, S. 1995. Very early phonological activation in Chinese reading. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition* 21, 24-33.
- 斎藤洋典 1981. 漢字と仮名の読みにおける形態的符号化及び音韻的符号化の検討. *心理学研究*, 52, 266-273.
- 笹沼澄子 1995. 読み過程の普遍性と言語特異性—失読症者の障害パターンから. 大津由紀夫(編) *認知心理学 3 言語*, 東京大学出版会 pp.193-208.
- Tan, L.H., Hoosain, R., & Peng, D.L. 1995. Role of early pre semantic phonological code in Chinese character identification. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition* 21, 43-54.
- Tan, L.H., Hoosain, R., & Soik, W.W.T. 1996. Activation of Phonological codes before access to character meaning in written Chinese. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition* 22, 865-882.
- Tzeng, O.J.L. & Wang, W.S-Y. 1983. The First Two Rs. *American Scientists*, 71, 238-243.
- Tzeng, O.J.L., Hung, D.L., & Wang, W.S-Y. 1977. Speech recoding in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 3, 621-630.
- Van Orden, G.C. 1987. A ROWS is a ROSE : Spelling, sound and reading. *Memory, and Cognition* 15, 181-198.

Wydell, T.N., Patterson, K.E., & Humphys, G.W. 1993. Phonologically mediated access to meaning for Kanji: Is a Rows still a Rose in Japanese Kanji? *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition* 19, 491-514.